

XXIII

3

Memoria

sopra un nuovo Termometro

del

Cittⁿ. Domenico Vecchi

Memoria.

Fra tutti i Termometri che si conoscono nella Fisica l'osservazione ha deciso per quelli ripieni di mercurio ben purgato da qualunque sostanza straniera che vi restasse unita. La figura però che si dà loro comunemente, cioè d'un recipiente sferico terminato in un tubo capillare, non gli rende nè bastantemente sensibili, nè sempre uniformi, nè corrispondenti al vero carattere della variazione, nè proprj a servire alle scrupolose ricerche dei moderni Metereologi. La sensibilità infatti di tali macchine dipende dalla maggiore o minore quantità di fluido capace di dilatarsi in un medesimo istante ovvero dalla maggiore, o minore superficie presentata all'azione della temperatura. Ma nel caso accennato l'indispensabile effetto della dilatazione o condensazione delle pareti del vaso che deriva dalla cagione medesima s'oppone a questa stessa sensibilità; effetto tanto maggiore o minore quanto maggiori o minori saranno le loro dimensioni: per tali opposti caratteri la dunque queste macchine hanno dovuto sempre trattenersi in certe pressochè inalterabili proporzioni fra l'ampiezza del tubo, e del globo, proporzioni troppo anguste per dare a tali macchine l'estensione di cui erano capaci, e di cui la Teoria ha bisogno nel suo sistema d'osservazione. Il secondo inconveniente può dirsi una conseguenza del primo. Il globo che conteneva il fluido capace di variar di volume non presenta che la sua

superficie all'azione della temperatura: ora non comunicandosi quest'azione che con successione di tempo, ne avviene che se in questo tempo medesimo lo stato della temperatura prosegua a cangiare, la macchina non saprà notare questo nuovo cangiamento, e per conseguenza egli non servirà che ad accrescere o diminuire l'effetto della variazione precedente. Finalmente l'uso specioso dei *modi di variazione* ha omai così poco credito che i veri osservatori, e coloro che procurano alla Posterità un codice rigoroso d'osservazioni, lo hanno trascurato del tutto, solleciti d'indagare l'indole di tali cangiamenti in tutte le circostanze e in tutti i momenti. Si aggiungano a tutte queste i fenomeni dei fluidi ascendenti nei tubi capillari, si concluderà facilmente quanto poco sia da contarsi sopra i termometri fin qui posti in uso, e sopra cui si sono calcolati tanti resultati nella Fisica. Il Termometro proposto in questa memoria suscettibile d'un indice *semplice* e d'un indice *orario* non è sottoposto 1.° nè ad alcun limite nelle sue dimensioni, 2.° nè ad alcuna alterazione nella sua capacità; 3.° nè ad alcuna anomalia nell'istante della sua variazione (a) 4.° nè ad alcun cangiamento nell'integrità dei suoi ver-

---

(a) I tempi impiegati alla comunicazione dello stato della temperatura al fluido rinchiuso essendo eguali, non alterano la legge cercata fra le variazioni e i tempi a cui appartengono; onde la maggiore o minore velocità di questa comuni-

sultati: noi ne considereremo al solito la descrizione, l'uso, e la teoria.

§. 1.º Descrizione.

ABGD(fig. 1.) è un cilindro ben verinato al di dentro, e ridotto alla maggior sottigliezza possibile ed uniforme. Egli è chiuso inferiormente col fondo AKBK' (fig. 2.), che lasciato intatto il bordo ak'bk è poi traforato nelli spazj E,E',E'',E''' ec. per lasciar libera al di dentro la circolazione dell' aria ambiente. Prossimamente a questo, e ad un breve distanza è situato sull' altro fondo ak'bk' un altro cilindro AP d'una materia determinata ben verinato anch'esso nelle sue due superficie, e ridotto ad una sottigliezza eguale a quella del primo. I due fondi poi AKBK', akbk' sono bene al contatto, e solo fissati nel centro. I due altri piani DNGN', dngn' terminano superiormente i cilindri stessi, sempre di grossezza uniforme, e di materia assegnabile. Sul piano DNGN' e concentrico a questo è fissato il cilindro FF'MM', ed egualmente sul piano dngn' l'altro mm'ff' ambedue d'una forza espansiva assegnabile e di raggi tali, che nella zona della differenza delle loro sezioni possa scorrere liberamente il galleggiante G', restando aperti ambedue superiormente. Questo galleggiante G' (fig. 3.) è unito doppiamente al

---

cazioni, o che è lo stesso la qualità della materia che compone le parti è indifferente al buon effetto della macchina.

la verga LL graduata secondo il sistema dei limiti da stabilirsi, e questa è sostenuta dal filo metallico DD', il quale fermato in R è disteso sulla periferia del semicerchio RD. Il filo RR'F'' pure fermato in R dalla parte opposta sostiene il peso F'' minore di G' d'una quantità da determinarsi. In R poi è posto l'indice, che obbedendo ai moti di G', ed F'' può indicare qualunque loro posizione sul corrispondente semicerchio G'G''G'''. Che se vogliasi applicare alla macchina un indice orario si seguirà esattamente il metodo e la dottrina accennata per tale oggetto nella <u>Memoria sopra un nuovo Barometro</u>. Resulta dopo ciò 1°. che costruita, e ripiena la macchina se ne cerchino i due limiti in quel sistema che sembrerà più opportuno (b) con l'esperienza immediata, e con la dottrina che daremo in seguito. 2°. che stabiliti questi limiti, si determinerà in modo CD, che la semicirconferenza che ne resulta sia precisamente eguale alla loro differenza. 3°. che per render sensibile alla macchina la forza ed il movimento prodotto dalle sue variazioni (massimamente quando voglia apporvisi l'indice orario) si aumenteranno quanto occorra i raggi dei due cilindri ADGB, adgb, ed il raggio CD acciò gli attriti che ne resultano non vi producano una sensibile alterazione.

§. 2°. Uso.

(b) Sopra i metodi diversi di ritrovare i limiti di variazione si consultino le <u>Observations nouvelles sur les Thermometres</u> par M. Martine.

Costruita nella maniera accennata la macchina, collocato G' sopra il suo livello e ritrovati i limiti della massima ed minima variazione per mezzo della verga graduata LL è manifesto 1°. che la figura della nostra macchina combinando una piccola altezza nella zona del fluido esposto all'azione della temperatura, ed un doppio contatto con questa temperatura medesima, darà il massimo effetto, e questo in un istante medesimo. 2°. che i metalli di cui sono composte le pareti dovendosi determinar tali che il tubo interno corregga tutte le variazioni di capacità a cui va soggetto l'esterno, questa capacità resterà inalterabile. 3°. che abbandonato G' sul livello del tubo essi sforzerà l'indice R a seguire il suo moto allorchè il livello stesso abbassandosi lo rilascia alla sua gravità. 4°. che allorquando G' è sostenuto per un inalzamento del fluido su cui riposa, il contrappeso F" avrà valore d'esercitare i suoi sforzi contro l'indice stesso e lo moverà in senso opposto, onde e nell'uno e nell'altro caso R seguerà sopra C'C"C"' lo stato della macchina. 5°. Che la piccolezza del pernio C, l'ampiezza della ruota DRR', e l'azione dei pesi G', F renderanno insensibili alla macchina gli effetti dell'attrito sul pernio. 6.° Che avuto riguardo a ciò che si è detto sull'applicazione dell'indice orario al Barometro, potrà appropriarsi con egual sicurezza anche alla macchina attuale.

§. 3°. Teoria.

La Teoria della macchina dipende dalle seguenti questioni.

I.a Data la forza espansiva (c) della materia d'uno dei due cilindri, e dati i raggi e le grossezze d'ambedue, determinare la forza espansiva dell'altro; acciò in qualunque circostanza la capacità ADdabgBG resti sempre costante.

Chiamati M, m i due cilindri esterno ed interno, $\underline{a}$, $\underline{x}$ le loro forze espansive, $\underline{r}$, $\underline{r}'$ i loro raggi interno, ed esterno, e $\underline{b}$, $\underline{b}'$ le loro grossezze: per i noti principj di Geometria, e pel noto teorema sulle forze espansive (Mem. citata quest. VI.a) si avrà

Raggio d'M dopo la sua espansione nel senso della circonferenza . . . . ar

——— d'm ——— ——— ——— . . . xr'

Effetto dell'espansione in M nel senso stesso . . . . . $a^2r^2\pi$

——— ——— d'm ——— ——— . . . . $x^2r'^2\pi$

Effetto dell'espansione in M nella direzione del raggio . . . . $a^2\pi b\left(r+\frac{b}{u}\right)$

——— ——— in m ——— . . . . $x^2\pi b'\left(r'+\frac{b'}{u}\right)$

posto $1:\pi$ il rapporto del diametro alla circ.za. E poichè la zona prodotta dalla parte concava d'M dall'espansione nel senso del raggio diminuisce in parte l'effetto di quella nella direzione

(c) Forza espansiva dicesi quella proprietà di tutti i corpi di dilatarsi, o di condensarsi ai diversi gradi di temperatura; L'espansione è l'effetto di questa forza.

della circonferenza, mentre al contrario la zona prodotta dalla parte convessa d'm l'aumenta, ne segue che si corrispondono l'uno coll'altro questo doppio effetto dovrassi avere $a^2 r^2 \pi - a^2 \pi b (r + \frac{b}{4}) = x^2 r'^2 \pi + x^2 \pi b' (r' + \frac{b'}{4})$, ovvero $x = \sqrt{\left(\frac{r^2 - rb - \frac{b^2}{4}}{r'^2 + r'b' + \frac{b'^2}{4}}\right)}$. È chiaro che questa formula medesima servirà a ritrovare la forza espansiva d'uno dei due cilindri MFF'M', mfm'f'.

II.ª Date le altezze, ed i raggi dei due cilindri ADGB, adgb, ed i raggi e le grossezze dei due fondi DNGN', dngn', e la forza espansiva d'uno di essi, ritrovare quella dell'altro acciò si compensino scambievolmente le espansioni in altezza.

Chiamati M, m' questi fondi, r'', r''', b'', b''' i loro raggi ed altezze, a', x' le loro forze espansive, e poste h, h' le altezze d'M, m, avremo

Espansione d'M in altezza . . . . ha

——— d'm . . . . $h'x$

Espansione d'M' in altezza . . . . . . $b''a'$

——— d'm' . . . . $b'''x'$

E seguendo le osservazioni di sopra (I.ª) $ha - \frac{b''a'}{2} = h'x + \frac{b'''x'}{2}$, donde $x' = \frac{2ha - 2h'x - b''a'}{b'''}$, ove notando che $b'' = b$, $b''' = b'$ si avran le grossezze uniformi, sarà finalmente $x' = \frac{2ha - 2h'x - ba'}{b'}$ (d)

(d) . Però dandosi ad M, m' qualunque forza espansiva, mentre quella delle saldature essendo sempre maggiore dell'altre dei metalli che si pongono in uso, lascia loro la libertà di dilatarsi secondo la loro legge, senza alterarne la figura, ne la

I piani sottoposti AKBK', akbk' non potendo indur variazione alcuna nella macchina si faranno di materie arbitrarie. Avvertasi però in tutti i casi che i diversi valori delle forze espansive non sono assoluti, ma relativi, onde converrà paragonar sempre i risultati delle nostre formule a quella medesima tavola d'onde s'è preso il valore di paragone.

III.ª Determinare e correggere gli effetti della temperatura nel filo metallico RDD' che sostiene G' ed F".

E' evidente che allorquando G' ed F sono in equilibrio liberamente, qualunque effetto che produca sopra i bracci del filo un cangiamento di temperatura, non facendo nascere alcun disequilibrio nel sistema non vi succederà alcun movimento. Ma se G' sia sostenuto come nel caso nostro, l'allungamento del braccio RDD' diminuisce la forza stirante di G', e vi produce perciò il medesimo effetto che se G' salisse realmente della quantità stessa, cioè ne fa abbassare F" e però l'indice corrispondente R. Ma allorquando il filo è sottoposto a tali variazioni ne succede nella macchina un'altra che può correggerlo. Ed è questa la differenza di gravità specifica che la temperatura induce nel fluido in cui il galleggiante G' vi s'immerge più o meno profondamente. Calcoliamo questo doppio

---

* Dimensioni de' cilindri sottoposti.

effetto. Sia a la forza espansiva del mercurio, la quale riduca a γ' la sua gravità specifica γ: il volume V diverrà perciò aV, e siccome a pesi eguali le gravità specifiche sono in ragione inversa dei volumi, sarà $\gamma' = \frac{\gamma}{a}$; onde se il solido s'immerga del volume $w = \frac{\Gamma v}{\gamma}$ quando la gravità specifica era γ (poste Γ, γ le gravità specifiche del fluido, e del galleggiante, e v il volume del galleggiante medesimo), s'immergerà del volume $W = \frac{\Gamma a v}{\gamma}$ quando la gravità specifica è γ'. Se questo volume W dividasi per la sua base costante $\pi(\rho^2-\rho'^2)$ posti ρ, ρ' i due raggi interno ed esterno di $MFM'F'$, $mfm'f'$, s'avrà l'effetto della forza espansiva in altezza espressa per $\frac{\pm a\Gamma v}{\gamma\pi(\rho^2-\rho'^2)}$.

La forza espansiva del filo, della verga, e del galleggiante si oppongono a quella del fluido: poste x, a'', a''' queste forze, ed h, h', h'' le lunghezze dei tre solidi, il loro effetto riunito sarà $\pm hx \pm h'a'' + h''a'''$, onde dovendosi avere $\frac{\pm a\Gamma v}{\pi\gamma(\rho^2-\rho'^2)} = \pm hx \pm h'a'' \pm h''a'''$, sarà $hx = \frac{\Gamma v a - (h'a'' + h''a''')\gamma\pi(\rho^2-\rho'^2)}{\pi\gamma(\rho^2-\rho'^2)}$; ove essendo $v = h''\pi(\rho^2-\rho'^2)$, ed $a = 1375$ (Berthoud Horologerie) sarà finalmente $hx = \frac{1235h''\Gamma - (h'a'' + h''a''')\gamma}{\gamma}$

La forza espansiva poi della ruota dirigendosi in egual parte è comune ad F'' e a G', e solo può indurre una piccola alterazione in G', tirandolo obbliquamente: ma quest'errore sarà reso affatto insensibile dall'allungar i bracci del filo quanto lo permetta la quest. II.ª; diminuendo così l'angolo di deviazione, e però la differenza fra la prima forza e la sua risultante. Per ciò che riguarda l'appli=

cazione dell'orologio alla ruota ec, vedasi la questione VI.ª della Memoria citata „ sopra un nuovo Barometro „.

IV.ª Determinare la sensibilità della macchina, ed i limiti della massima e della minima variazione.

Suppongo che un termometro del bulbo d'un raggio a e d'un tubo d'un raggio β s'innalzi o s'abbassi d'una quantità $\pm c$ sopra o sotto il limite del gelo (alto d'una distanza m sopra il bulbo) ad una nota temperatura, e che il fluido dilatato o condensato in un istante entro il globo stesso sia quello compreso fra la superficie ed un raggio d del bulbo, unito a quello della colonna in altezza del limite del gelo. La quantità dunque di fluido che ha prodotto l'effetto $\pm \pi\beta^2 c$ è $\frac{4\pi}{3}(a^3-d^3)+\pi\beta^2 m$. Essendo ora al solito r, r', ρ, ρ' i raggi interni ed esterni d'ABGD, abgd, e d'MFMF', mfm'f', ed h, h' le altezze AD, ad, la quantità di fluido dilatabile nella nuova macchina sarà $\pi(hr^2-h'r'^2)$, che alla medesima temperatura produrrà l'effetto $\pm\frac{3\beta^2\pi c(hr^2-h'r'^2)}{4(a^3-d^3)+3\pi\beta^2 m}$; la quale ridotta alla cassa cilindrica d'una zona della sezione $\pi(\rho^2-\rho'^2)$ ha per altezza $y=\pm\frac{3c\beta^2(hr^2-r'^2h')}{[4(a^3-d^3)+3\pi\beta^2 m](\rho^2-\rho'^2)}$, ove osservisi 1.° che il nuovo termometro sarà tanto più o meno sensibile dell'osservato quanto $\pm\frac{3\beta^2(hr^2-h'r'^2)}{[3\pi\beta^2 m+4(a^3-d^3)](\rho^2-\rho'^2)}$ è $>$ o $<$ dell'unità. 2.° che ciascuna altezza o grado di questo è proporzionale costantemente alle altezze o gradi di quello; ciò che lo rende comparabile a qualunque altro. 3.° che essendo nelle due esperienze la diste=

minazione dei limiti dell'acqua bollente e del gelo la temperatura permanente, tutto il bulbo è capace di dilatarsi e di condensarsi; converrà far $d=0$, ovvero $y=\frac{3c\beta^2(hr^2-h'r'^2)}{(3\pi\beta^2m+4a^3)(r^2-\rho^2)}$. 4.° che b, a, d, restando costanti; possono aumentarsi nelle dovute proporzioni r, r', ρ, ρ', cioè estendersi arbitrariamente la sensibilità della macchina. 5.° Che essendosi osservato che un Termometro d'un raggio $a=3$ lin. nel bulbo, e d'un altro $b=0,25$ lin. nel tubo aveva $c=34$ lin. di distanza fra i suoi limiti sopra una colonna alta $m=8$ lin., la formula per stabilirgli nella nostra macchina diverrà $y=\frac{hr^2-h'r'^2}{8,47(\rho^2-\rho'^2)}$ prossimamente; ove s'osservi che i difetti dei termometri ordinarj inducendo qualche alterazione nei nostri resultati sarà più conveniente di stabilire i limiti in questione per mezzo d'un esperienza immediata. 6.° Che h non avendo alcuna dipendenza può farsi perciò della grandezza che piace, e fino a rendere i raggi dei tubi MM'FF', mfm'f' in un qualunque rapporto. 7.° Che rinunziato al vantaggio dell'indice orario, ed all'alterazione continua della capacità delle pareti, si volesse un Termometro ancor più sensibile del già descritto senza ricorrere a delle dimensioni troppo estese, si fissi in luogo dei due tubi un tubo solo (strettissimo benchè non capillare) sul piano DNGN'; l'altezza allora dei limiti termometrici diverrebbe $\frac{hr^2-h'r'^2}{8,47\rho^2}=y$, e

forse allora vedrabbesi per la prima volta dei Termometri ad oscillazione continua, indicare delle Leggi ignote nei cangiamenti della temperatura atmosferica, ed offrire dei nuovi argomenti sullo sconosciuto carattere del calorico, e della luce.

Facciasi un'applicazione generale di tutta la Teoria.

Supposti

Raggio d'ADGB . . . . . . $r = 30$ lin.

——— d'adgb . . . . $r' = 18$. lin.

——— d'MFM'F' . . . . . $\rho = 5$. lin.

——— d'mfm'f' . . . . . $\rho' = 3$. lin

Altezza d'ADGB . . . . . . $h = 48{,}33$ lin.

——— d'adgb . . . . . . $h' = 46$. lin

Forza espansiva d'ADGB . . . . $a = 75$ ... Di ferro rincotto.

Grossezza d'ADGB . . . . . . $b = 1$

——— d'adgb . . . . $b' = 1$

Forza espansiva d'MFM'F' . . . $a' = 75$ . . . . Di ferro rincotto

Grossezza d'MFM'F' . . . . . . $b'' = 1 = b$

——— d'mfm'f' . . . . $b''' = 1 = b'$

Forza espansiva di DNCN' . . . . $a'' = 69$. D'acciajo rincotto

——— del galleggiante G . . . $a''' = 75$. Di ferro rincotto

——— della Verga L . . . . . $a'' = 75$. simile.

Altezza del Galleggiante G . . . $\lambda' = 54$ lin. lunghezza dei limiti.

Altezza della sorga L . . . . $\lambda''=3$ lin.

Gravità specifica del Galleggiante . . $\gamma = 7,65$.

——— del Mercurio . . . . . . $\Gamma = 14$.

S'avranno i seguenti resultati:

Differenza dei limiti . . . . 52,97. lin.

Raggio della Ruota DR'R" . . . 16,86 lin.

Rapporto di sensibilità fra il baro=
metro attuale e l'osservato . . :: 186 : 100.

Forza espansiva d'abgcl . . . . . 77,25. d'acciajo non interam.te temper.

——— d'mffm' . . . . 77,30. d'altro acciajo di temper. poco dissimile.

——— di dncn' . . . . 75. di ferro rincotto.

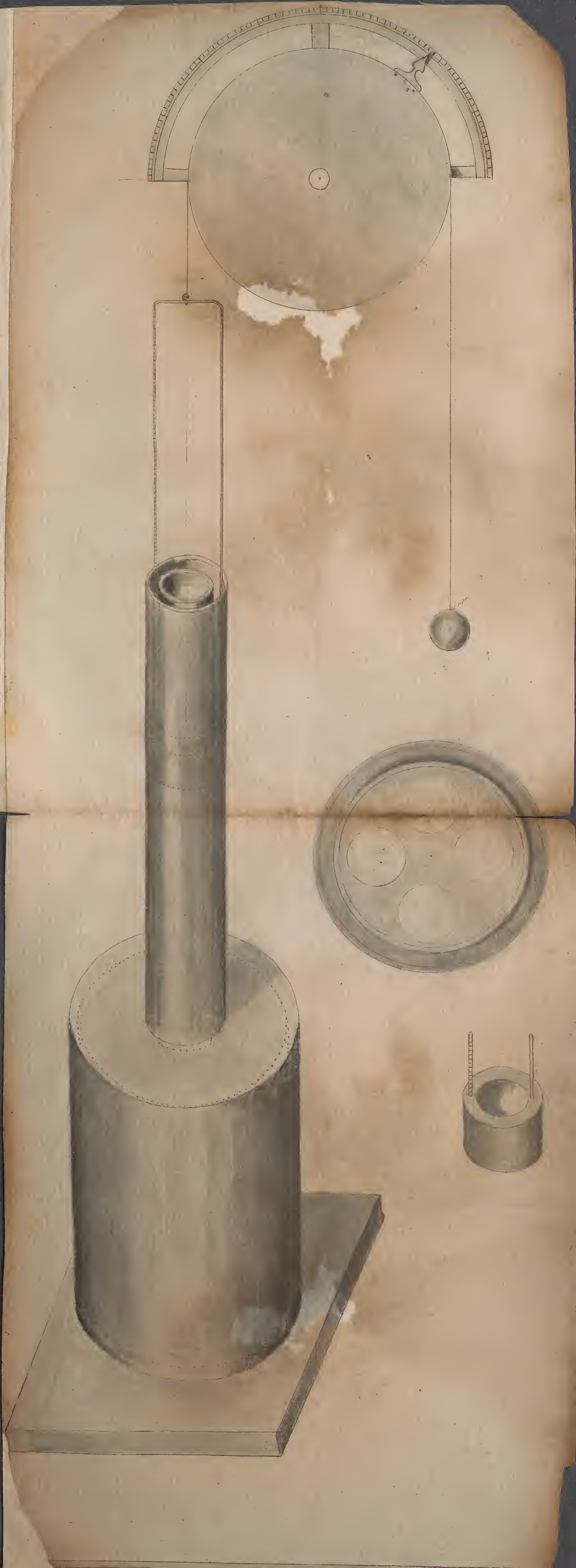
——— del filo DD' . . . . 121. d'ottone.

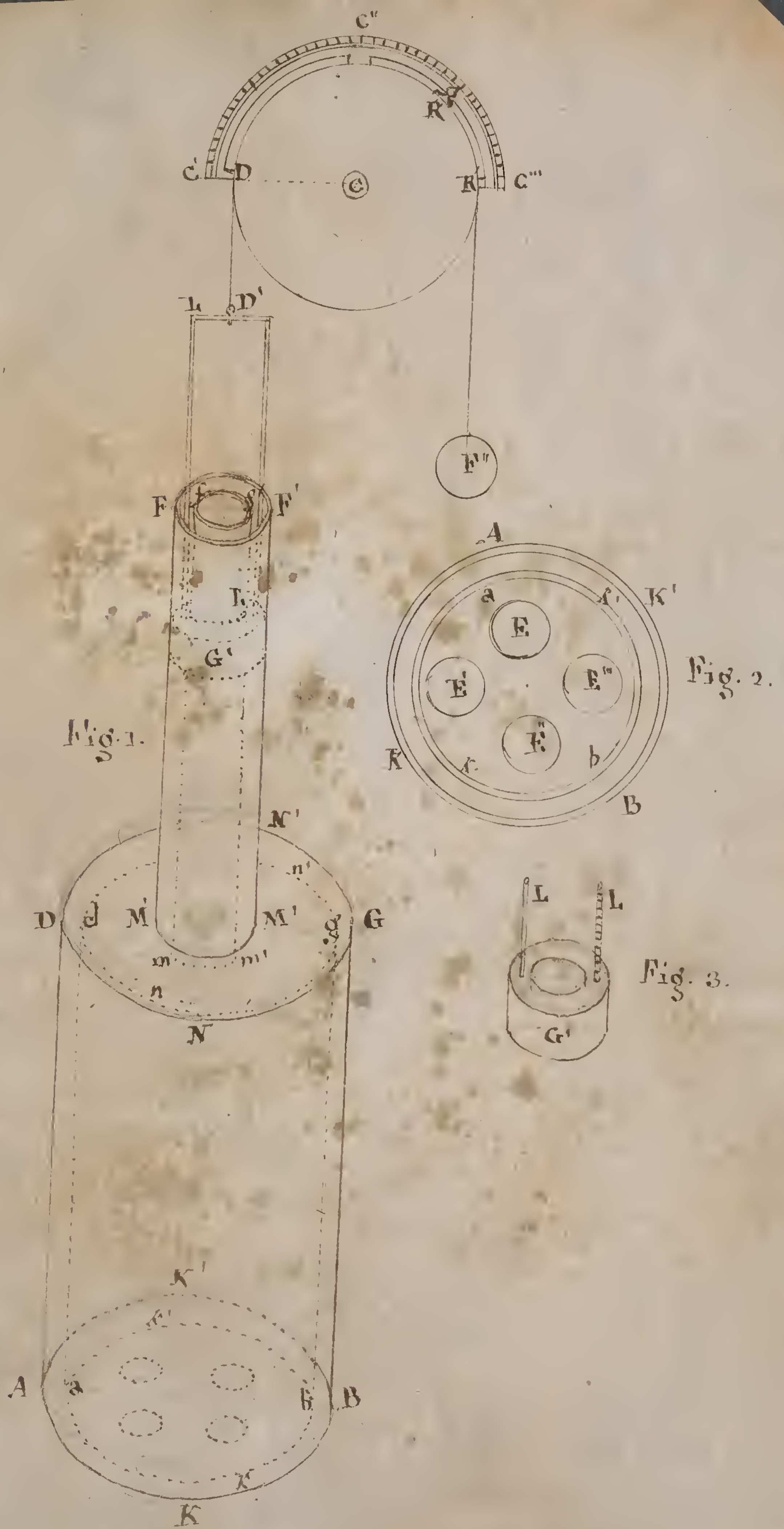
Lunghezza del medesimo . . . . 150. lin.

S'avverta però, che dei metalli che sono in commercio pochi potranno corrispondere colla loro forza espansiva agli esperimenti del Sig.r Bertoud (Horologerie § 77.) ai quali sono affidate le ipotesi assunte in quest'applicazione. Perciò per ottener l'intento in tutto il possibile rigore, sarà opportuno d'esperimentare con immediate esperienze pirometriche la forza espansiva dei differenti metalli che si vorran=

nessorre in uso; osservando che con una maggiore o minore tempera, e con una maggiore o minore battitura, e spesso con un maggiore o minore rincuocimento, possono queste forze medesime sensibilmente diminuirsi o aumentarsi.

I metalli proposti in questi esempj non sono in alcun modo alterati dal contatto del mercurio. Tuttavia le saldature che gli riuniscono lo sono; onde sarà espediente di ricoprirle di vernice copale per porle al sicuro dall' almalgamarsi, e però dal distruggersi.





C''
R'
C'
D
C
R
C'''
L
D'
F''
F
f
f'
F'
A
a
K'
L
E
G'
Fig. 2.
Fig. 1.
K
b
B
N'
n'
D
M'
M'
g
G
m'
m'
n
N
L
L
Fig. 3.
G'
K'
A
a
b
B
K

Memoria

Due principali difetti accompagnano i Barometri finora conosciuti. È dovuto il primo all'azione della temperatura, che alterando continuamente il fluido, e le pareti del vaso che lo contengono, sottopongono l'osservazione a delle correzioni che la teoria ritrova difficili, e che la pratica non determina talora che con una lontana approssimazione. Dipende il secondo dal continuo cangiamento della colonna di fluido che sovrasta nella conserva all'orifizio del tubo, per cui ne succede, che la colonna sospesa deve equilibrarsi non solo col peso atmosferico, ma ancora con quel fluido che i suoi successivi innalzamenti o abbassamenti tolgono o aggiungono al livello ordinario della conserva, ciò che turba evidentemente l'effetto a cui la macchina è stabilita (a). Il Barometro che interessa questa Memoria oltre esser suscettibile d'un'arbitraria sensibilità nei doppj moti d'un indice semplice e d'un indice orario, non è in alcun modo sensibile agli inconvenienti annunziati. Noi osserveremo distintamente la

---

(a), Sia a il raggio della conserva, b quello del tubo, $\pm c$ l'altezza della variazione barometrica, ed x l'altezza che dovrebbe aggiungersi o togliersi al livello della conserva per averlo costante: È evidente che l'altezza della variazione $\pm c$ toglie o aggiunge alla conserva il volume di fluido $\pi b^2 c$ che equivale ad $x = \pm b^2 \frac{c}{a^2}$ ridotta al diametro della conserva, e che è l'altezza: la colonna barometrica sarà alterata dell'altezza $x = \pm \frac{b^2 c}{a^2}$. Ciò s'osservi che in quei barometri ai quali s'è voluto applicare l'orologio col metodo di Changeux

descrizione, l'uso, e la Teoria.

§ 1. Descrizione.

~~ABCD~~ ABC (fig. 1) ~~rappresenta~~ è una ruota sopra cui passa la catena ~~abAD~~ +BD fermata in ~~B~~ C, che sostiene il ~~tubo~~ cilindro ~~DDEE'~~ ∓ [~~Il di lei raggio~~ è arbitrario ~~dipendendo da questo il valore delle dimensioni seguenti~~.

† Ed aderente a questa ~~ruota~~ una seconda ruota abcd che sostiene l'altra catena ~~...~~ abd fermata in b. Uno dei due raggi di queste ruote

~~(1) RB'R' è una seconda ruota aderente alla prima sopra cui, ed inversamente ad Aa'ab è collocato l'arco d'una seconda spirale di Archimede bBB' talmente, che nella sua rivoluzione da destra a sinistra riceva anch'essa la catena B) fermata in a', che sostiene il vaso F. E siccome quest'arco non deve turbare in alcun modo l'equilibrio costante della ruota RB'R', nè produrre col suo peso alcun moto spontaneo, avrà premura di stagnare precedentemente nella ruota stessa e nella stessa direzione di bBB' una quantità di materia eguale alla sopraposta che compone l'arco, restando allora un errore (per ciò che riguarda il peso) della differenza del piano d'azione, errore nel caso nostro assolutamente insensibile. Vedrassi in seguito perchè il raggio CR' sia i $\frac{3}{n}$ del raggio AC.~~

---

e di Magellan deve aversi a molto piccola, acciò il livello della conserva abbia un moto sensibile onde comunicarlo al galleggiante che porta l'indice. Una seconda correzione dovrebbe farsi ancora per l'alterazione che produce la temperatura

C.C''C''' è una semicirconferenza graduata che indica d'un qualunque raggio i movimenti della ruota ARCD per mezzo dell'indice semplice R posto sull'origine delle variazioni ~~sull'origine b della spira~~. Ella è divisa in 3 parti, che notano i 3 pollici di variazione a cui va soggetto il Barometro, essendo poi ciascun pollice diviso in tanti multipli di 12 quanti ne permetterà l'ampiezza del raggio CC''(6) ~~la quale evidentemente essendo arbitraria, rende qui movimenti ad un grado arbitrario di sensibilità per questa specie di notazione (b)~~.

Se poi vogliasi applicare alla macchina un indice orario, sopra la solita ruota ARCD si fermi l'altra R'' (fig. 4.) di vetro ricoperta d'una sottil superficie di cera ~~distinta dal pezzo per mezzo di finimento ... dell'ordinario pulimento~~, volgendola in modo, che mentre R (fig. 1) segna 26. poll. il raggio corrispondente ui (fig. 4) sia verticale, e per allontanandola quanto occorre dalla ruota stessa acciò non urti in DD o in F ~~s'interponga il solido H (fig. 5)~~. Questa ruota è ovvolamente divisa nella direzione del suo raggio [incominciando un poco lontano dal centro] in 144 almeno semicirconferenze concentriche che notano di 10 in 10 i minuti della giornata, ed in 36, 72, ec. in quella di queste semicirconferenze, indicanti al solito i 3 pollici di variazione, con le loro suddivisioni. Presso a questa si collocherà l'orologio O (fig. 6)

(b) I diversi Barometri a indice agravio, che mostravano anch'essi i movimenti più piccoli della colonna atmosferica sono stati abbandonati dai fisici per la complicanza dei loro meccanismi e p. gli errori che risultavano dal loro uso.

il quale con un meccanismo qualunque muove in 24 ore la verga dentata TT' d'alto in basso, e oppostamente, secondo che lo sono le divisioni della ruota. Da questa verga poi è sostenuta la cannelletta uu' (fig. 4.) entro cui scorre ~~il~~ una sottil punta tt' spinta ~~continuamente~~ leggermente dalla molla qq' verso la ruota. S'osservi però che il meccanismo che muove la verga permetta ancora di farla scorrere inversamente al primo suo moto. Del resto si vedrà con facilità che dalla combinazione della velocità della verga e dell'ampiezza della ruota ne risulterà l'esattezza, e la maggiore o minore sensibilità dell'osservazione.

DD'EE' è il tubo del Barometro. Egli è composto della parte superiore eguale o maggiore in altezza a 4 pollici e sostenuta dagli appoggi dd', d''d'', e dell'inferiore EE', graduata in linee dalla sua estremità inferiore, essendo poi terminato col meccanismo Q. Questo meccanismo consta d'un piccolo cubo L (fig. 2) ove è inserito il tubo E', ed il robinet Q (fig. 3) unito alla ruota dentata S apre allorchè la linea hh' combina col punto m, e chiude allorchè cade sopra n (posti m, n nei luoghi più visibili del cubo ed a 90° l'uno dall'altro), e ciò per mezzo della vite perpetua PP' fissata in P' sullo scavo c, e sostenuta dagli anelli gg (c). Il robinet Q poi

(c) Benchè la materia di cui è composto il pozzetto ~~supponga~~ diafana, si potranno stabilire i momenti nei quali il robinet è chiuso o aperto col contare le rivoluzioni della vite necessarie a queste due posizioni. S'aggiungerebbe allora al manubrio un indice

(fig. 3.) che avanzerà al di fuori della superficie inferiore del tubo quanto occorra per non lasciarvi alcuno spazio intermedio, avrà dalla parte inferiore il piccolo foro K corrispondente in ee, e sarà terminato dalle due piccole punte ii che gl' impediscono d'avanzarsi nel senso della sua lunghezza. L'altezza d'ambedue questi tubi sarà almeno di 30 poll. in circa (d), ed i loro raggi, benchè arbitrarj, debbono esser determinati con qualche cautela. Infatti più grande che facciasi la loro differenza più sensibili riusciranno, è vero, i movimenti della ruota RB'R' (fig. 1), ma con una più sensibile anomalia nell' istante vero della variazione ricercata, richiedendosi maggior tempo al mercurio della conserva DD' a scorrere per il tubo EE' quanto maggiore è la differenza di quelle sezioni.

F è un vaso che fa equilibrio al Barometro DD'EE'. Egli ha la figura d'un vaso, acciò l'equilibrio che deve stabilirsi con la successiva aggiunta di piccoli globuli, o polveri pesanti risulti della maggiore esattezza; ~~e siccome quest'equilibrio deve esser fatto immediatamente, cioè deve col fatto vincersi anche~~ la ~~resistenza~~ dell'attrito, che per la piccolezza del pernio C, deve esser piccolissima, non è da temersi ~~da questa~~ alcuna sensibile alterazio=

(d) Non interessando le divisioni che il principio ed il fine della colonna sospesa basterà notarle solamente nel fine del tubo, osservando però di farle corrispond

ne: anzi essendo quest'attrito vinto tanto più facilmente quanto è più piccolo il raggio del pernio C e più grande quello della ruota Aa'b, può nelle determinazioni seguenti impiccolirsi il primo ed ingrandirsi il secondo, quanto più lo permettano le altre dimensioni. Di più l'attrito stesso +

G infine è il pozzetto del Barometro: egli è di forma cilindrica perfettamente uniforme, le di cui dimensioni (sulle quali, come pure sopra tutte le altre dovrassi usare una somma attenzione) sono determinate nel §. 3°. IV^a.

§. 2°. Uso.

Ripieno il tubo DD'EE' di mercurio, per mezzo del manubrio M si chiuderà nel modo indicato col robinet Q: indi sospeso alla catena AD' s'immerga nella conserva G, s'apra, e allorquando suppongasi che il fluido superfluo sia disceso tutto, per mezzo del peso F si conduca l'indice R ad un punto qualunque della circonferenza C'C''C'''. Si toglierà allora da G il fluido che si crede opportuno, notando nella divisione inferiore del tubo il punto ove giunge il livello del fluido residuo. S'osserverà esattamente allora in un barometro comune l'altezza della colonna sospesa (e) e col toglie-

---

(e) Se dopo la notazione che portano le scale dei barometri ordinarj restasse alla colonna qualche altezza ancora, questa s'esaminerà in una scala fatta a tal uso per avervi le parti corrispondenti nella semicirconferenza C'C''C'''.

re o aggiungere ad F del nuovo peso s'equilibrerà con DD'EE' in modo che l'indice R segni l'altezza notata. Se ne vedranno i motivi nel §. 3°; intanto è interessante d'avvertire che qualunque sia lo stato del Barometro nell'istante della costruzione della macchina è indifferente alla di lei azione, servendo più tosto di paragone allorchè si voglia renderla comparabile con altre simili. È evidente dopo tutto ciò che a misura che la colonna atmosferica graviterà più, o meno sul livello z ascenderà, o discenderà dalla conserva DD' una quantità maggiore o minore di fluido; e siccome ~~la porzione di questo che preme contro i fondi~~ tutto il fluido stesso ~~dn~~ d'a' esercita il suo peso contro la catena AD' che lo sostiene, così per tale ascensione o per tal discesa la ruota Aa'b si muoverà proporzionalmente, arrestandosi al momento che tale ascensione e discesa cessi, mediante il braccio di leva proporzionalmente più lungo o più corto presentato dalla spirale bBB'R' al moto della resistenza F. Ma l'inalzamento o l'abbassamento di DD'EE' essendo cagionato dall'ascensione o dalla discesa d'una quantità di fluido dalla conserva, ne succederà che il moto del suo livello z seguirà il moto di D'DEE', ed essendo la dimensione del raggio della conserva stessa presa convenientemente (§. 3°. IV.) i due movimenti dovevanno eguali; cioè la colonna di fluido che resta sopra l'orlo del tubo sarà costante

In egual modo s'opera nel caso d'un indice orario. Allorchè la sospensione ottenuta con i mezzi indicati è in quiete, si sospendeva l'orologio O (fig. 6.) presso alla ruota R" (fig. 4.) facendo corrispondere la punta ~~del lapis~~ tt' (fig. 7.) nel raggio della ruota stessa che allora presentasi verticale, ed in quella circonferenza che indica l'ora del momento (f). Vedesi dopo ciò che seguendo l'indice il suo cammino verticale passerà per tutti quei punti della ruota che le variazioni Barometriche gli presenteranno, indicando con la sua traccia sul medesimo raggio la costanza dello stato dell'atmosfera, e con l'altra sulla medesima circonferenza l'arresto dell'orologio. Del resto l'estensione e l'esattezza che possono darsi a tali movimenti, combinate con la semplicità della macchina, ci pongono in grado d'applicarla alle ricerche le più scrupolose, e d'ottener forse dei nuovi risultati dal fenomeno del peso atmosferico. Appariva da tutto questo 1.° che le osservazioni ottenute dalla nostra macchina saranno comparabili con quelle di qualunque altra, se pure vogliasi, dispensare di calcolar sopra questa gli errori notati nel discorso preliminare: 2.° Che ne sarà egualmen

(f) È indifferente d'applicare l'indice al raggio verticale superiore o inferiore ... [illegible] quello che le circostanze renderanno più

te facile la costruzione, il trasporto, ec.

§. 3°. Teoria.

La macchina descritta dipende dalle seguenti ricerche analitiche.

1.ª Dati due pesi in equilibrio sospesi con due fili all'estremità d'una leva; se uno di questi muovasi per un arco di cerchio per l'aggiunta, o per la diminuzione d'altro peso qualunque, in qual curva dovrà muoversi l'altro, acciò col solo allungamento o accorciamento del suo braccio faccia sempre equilibrio al primo?

Posto CA = a (fig. 1.), p il peso d'uno stato conosciuto del Barometro, P, P', P", ec i pesi successivamente aggiunti, o tolti; ed n il peso costante della resistenza F, chiamate y, y', y", ec le varie lunghezze dei bracci di leva che fanno equilibrio alle corrispondenti variazioni della macchina dovute all'aumento o al la diminuzione di P, P', P", ec. sopra p, le quali suppongo che esprimano le ordinate della curva cercata derivanti tutte da un centro C; dovendo per ipotesi aversi equilibrio in qualunque stato della macchina stessa, sarà per la ragione della leva $a(p+P) = yn$. E siccome per la prima posizione cioè quando la macchina è ai 26 poll. deve aversi P = o, e però a = y, onde p = n, sarà perciò, essendo n costante, $y = a + \frac{aP}{p}$ equazione alla spirale d'archimede, purchè al rapporto $\frac{P}{p}$ dei pesi si sostituisca quello $\frac{A}{\pi}$ degli archi, posta π, A ...

circonferenza, e d'un arco qualunque: ove deve osservarsi 1.° che potendo essere $P = mp + 'P$, posto m un numero intero, positivo qualunque, anche A può divenire $m\pi + 'A$, d'onde deducesi l'equazione generale al nostro quesito $y = a(m+1) + \frac{aA}{\pi}$ sempre dovuta però alla spirale. 2.° che volendo usare la seconda delle spire della nostra curva per averne $p = n$, e volendo racchiudere nella metà della spira stessa i limiti delle variazioni barometriche, dovrà aversi $m = 0$, $p = 2P$, onde ottenere nella massima variazione $y = \frac{3a}{n}$. Ora avendosi dalla seconda condizione $p = 2P$, cioè $2b\,\delta^2 \pi\gamma = 6b^2\pi\gamma$, poste δ, b, γ i raggi dei tubi inferiore, superiore, e la gravità del fluido, sarà $b = \delta\sqrt{\frac{2b}{6}}$. L'attrito che la macchina soffre nei perni della sua revoluzione non nuoce alla qualità della curva, ed è perciò insensibile. Posto questo infatti la parte a^{ma} della pressione, e q il raggio in cui egli agisce, l'equazione di sopra cangerassi in $y = (p+\theta)\delta'$, posto $\delta' = \frac{ae}{a}\frac{-q}{t}$, che riducesi alla spirale del raggio generatore δ'. Ma δ' differisce da a nel suo massimo di $\frac{q}{ta}$, ove q è piccolissimo, e rispetto ad a, onde nei casi ordinarj, quella differenza non produrrà alcun effetto sensibile.

II.ª Dati i diametri dei tubi DD', e d'EE' di qual volume di fluido potrà riempirsi il cilindro stesso DD' per uno stato

---

(q) Corrispondendo a qualunque punto della spira la leva dovuta, in qualunque punto di essa facciasi l'equilibrio del peso F collo stato corrispondente [illegible] ... troverà con qualunque altro ...

qualunque dell' atmosfera, non considerato l'effetto della temperatura?

Posto Dd = b (fig. 1.) ed il raggio d'EF' = d, chiamando x l'altezza del fluido in DD' presa dal limite delle variazioni in meno, cioè dopo i 26 p.^{poll} sopra il livello della conserva, l'intera sezione di DD' sarà $b^2\pi$, e l'intero volume che la variazione x porta sopra il limite accennato sarà $b^2\pi x$ esposto $1:\pi$ il rapporto del diametro alla circonferenza. Notisi ancora, che siccome la porzione della colonna che corrisponde sopra il tubo EF'; sostenuta dall'atmosfera, opera premendo inferiormente il proprio peso sulla macchina, l'effetto di questo sarà perciò dovuto al fluido totale $\pi x b^2$ fluido premente contro la sezione dDd'. Se faccia si $x = 36$ linee s'avrà il massimo volume che possa entrare nel vaso DD' espresso per $36 b^2\pi$ lin. cub., e $\frac{245}{12} b^2\pi$ Sc. fran. il massimo peso.

III.^{a} Dati i pesi del fluido portato in DD' dai differenti stati del Barometro, e dato il raggio del cerchio di revoluzione sopra cui muovesi la catena, quale spazio discenderà il tubo stesso per il concorso dei pesi dati?

Suppongo che il movimento della forza e della resistenza succeda tutto nel piano della spira bBB', e che l'aumento $\pi x(b^2 - d^2)$ del peso accaduto nel vaso DD' faccia salire la spira dalla sua origine a' a quella di b, ed in conseguenza faccia scendere il ...

opposto della circonferenza Aa'b dalla sua prima posizione A in quella d'a. E' evidente che lo spazio discesso dal tubo DD' eguaglia lo sviluppo dell'arco Aa, onde questi spazj saranno proporzionali agl'archi corrispondenti: e siccome le ampiezze di quest'archi non dipendono che dai pesi introdotti nel tubo dalle variazioni atmosferiche, saranno quelli proporzionali a questi, e s'avrà $A : A' :: \pi x b^{2} : \pi x' b^{2}$, ovvero $:: x : x'$ (II.^{a}), posti A, A' due archi del raggio a. E poichè il moto dell'indice R (fig. 1.) deve avere i suoi limiti fra 0° e 180°, pongo A' = 180° quando x' = 36 poll., dal che s'ottiene A = 5x°, che rettificato dà $S = \frac{5^{\circ} a \pi x}{180} = \frac{a \pi x}{36}$ = spazio cercato: ove notisi che per la brevità e piccolezza dei nostri movimenti si tralasciata di calcolarne la celerità, non interessando questa ordinariamente l'osservazione. E qui s'avverta, che quantunque non siasi determinato in Fisica, sia non indiretta mente che i limiti di variazione siano entro 3 poll. d'altezza, tutta via questo non interessa la nostra dottrina, mentre essa dà gli spazj cercati relativamente al tutto assoluto che serve di base al sistema di osservazione.

IV.^{a} Dato lo spazio che scende il Barometro determinare il raggio del vaso cilindrico G in cui s'immerge, onde il livello del vaso stesso sia costantemente equidistante dai due limiti di variazione, ovvero, che è lo stesso, che il livello s'abbassi o s'innalzi dell'istesso spa-

tità di cui vi si abbassa o vi s' rialza il tubo, onde il cilindro di mercurio che gravita sulla colonna sospesa unitamente all'atmosfera sia costantemente lo stesso.

Avanti di risolvere questa questione s' osservi che quantunque nel cilindro G (fig. 1.) sia immerso il tubo EE', tuttavia dovendo la porzione del fluido che resta al di sopra dell'orifizio EE' restar costantemente la stessa ne segue, che la quantità di fluido capace di salire o di discendere nel Barometro sarà quella che resta al di sotto dell'orifizio stesso, onde le pareti d'EE' con qualunque loro alterazione non ne potranno cangiare il volume. Posto dunque z il raggio di G, sarà $z^2\pi$ la superficie della di lui sezione, e perciò dovendo mancare da G una quantità di fluido eguale a quella che ascende nella conserva DD', e d'un tal volume che abbia per base la sezione di G, e per altezza lo spazio che D'DEE' discende avremo l'equazione $z^2\pi \cdot \frac{a\pi x}{36} = \pi x b^2$, d'onde $z = 6b\sqrt{\frac{1}{a\pi}}$ quantità costante; cioè il vaso è cilindrico come doveva essere; ove notisi che a, b debbono essere espressi in linee, essendo stato determinato in linee il valore d'x (III^a.). L'altezza di G è determinata da $S = \frac{a\pi x}{36} = a\pi$ allorchè $x = 36$ lin. esprime il massimo abbassamento della macchina. Ma per fare in modo che EE' resti immerso sicuramente nel fluido però farsi l'altezza di G maggiore d'S d'una quantità arbitraria, mentre qualunque sia il cilindro di fluido che trovasi all'

orifizio d'EE' è in ipotesi costante. Nella determinazione d'a, b, s'osservi che ne risulti un valore di z tale che il tubo EE' (di cui ad arbitrio si stabilirà il diametro) possa col meccanismo Q che lo accompagna immergersi liberamente in G.

V.ª Nel momento della costruzione della macchina che non permetta d'esser posta in istato della massima, o della minima variazioni, assegnare il luogo dell'indice R, conosciuta l'altezza barometrica di quel momento stesso in una macchina qualunque.

S'è veduto (III.ª) che per un'altezza x del fluido nella conserva DD' l'arco percorso dall'origine h della spirale era espresso da A = 5°.x: ora osservando l'indice R la legge stessa, posto λ il numero delle linee dopo i 26 poll. a cui giunge il fluido entro la conserva DD' nel momento della costruzione della macchina, l'arco di variazione che segnerà l'indice R sarà A = 5°.λ, e siccome 180°: 36 lin. :: 5°λ: λ dovrà porsi l'indice R a quel numero stesso di linee, di cui il fluido è alto in DD': ma l'altezza del fluido in DD' non differisce da quella di qualunque altra colonna barometrica che possa osservarsi, dunque l'indice sarà collocato nella semicirconferenza CC'C''' a quel medesimo punto a cui è stata notata l'altezza della

che abbiano le loro forze espansive in quel rapporto, che presentan=dosi indeterminato permette di stabilirne due ad arbitrio. Ora do=vendo DD'EE' e St contenere del mercurio si limiterà la materia di cui deve comporsi, al vetro, al ferro, all'acciajo &, ~~come quella dovendosi osservare entro G~~ le altezze successive ~~del livello del fluido~~, ~~si coprirà di vetro, di cristallo~~ ec. determinando dietro a queste quella d'Aaab. Osservisi ancora 1.° che per evitare che la temperatura turbi il rapporto delle colonne ascendenti, posto d il raggio d'EE', e u la sua forza espansiva, essendo f quella della materia di cui è composto il tubo DD', avremo $u = \frac{f}{\delta} V(b^n - \delta^n)$; chiamando, come sopra, b il raggio interno del tubo DD'. 2.° che le grossezze dei tre tubi, benchè in teoria potessero somministrare anch'esse un mezzo per rendere indifferenti alla macchina gli effetti della temperatura, tuttavia sono di ben poco apparente nella pratica, onde s'avrà cura di renderle in tutti uniformi.

Consideriamone un esempio. Facciasi a = 18 lin. (I.a e II.a), e = 6 lin. sarà perciò z = 4,79 lin. Se suppongasi il pezzetto G di cristallo che dà n = 64 (VI.a), ed il tubo D'DE'E (fig. 1) d'acciajo ricotto per cui p = 69, l'ottone dovrà usarsi nella ruota Aaab perchè dà $q = 121 = \frac{p^2}{n}$. Fatto poi d = 3 lin. ed essendo 69 s'avrà u = 117,3.

La ruota R'' ancora (fig. 4.) dilatandosi o condensandosi nella

---

Infatti avendosi (I.a) $y : y' :: a + \frac{aA}{n} : a + \frac{aA'}{n}$ qualunque sia il cangiamento d'a le coordinate y, y', ec. sono sempre in un costante rapporto. ~~Lo saranno ancora, se A, A' cangiano come y, y',~~ ciò che accade nel caso nostro.

direzione del suo raggio abbassa o innalza le divisioni, e l'orolo=
gio O (fig. 6) unitamente alla verga sottoposti all'effetto medesimo, ma
in direzione opposta, porteranno qualche cangiamento nella curva di va=
riazione. Si potrà però opporre all'una e agl'altri una correzio=
ne opportuna, ponendo l'orologio sopra un sostegno 1.° che si dilati, e
si condensi nella direzione della ruota, e 2.° che si dilati e si conden=
si talmente da riportare ~~la freccia~~ la punta tt' (fig. 7.) al punto medesimo ove
è condotta la divisione della ruota per la sua dilatazione, o conden=
sazione. Ora questo sostegno può aver la forma d' F'F''nn' (fig. 8.)
il di cui piano orizzontale F'F'' è sostenuto dagli appoggi n, n'. Così
supposte r, r', r'', r''', r'v le forze espansive delle materie che compongo=
no le parti dell'orologio, la verga che porta l'indice, il sostegno e la
la ruota, ed il piano F'F'', ed s, s', s'', s''', s'v le loro altezze; ed usan=
do il teorema conosciuto in Fisica che „ le forze espansive di diverse ma=
„ terie sono in ragion composta della dimensione per cui la forza s'eser=
„ cita, e dei gradi che segnano nel pirometro eguali verghe delle
„ materie stesse ad un grado medesimo di calore „; per la seconda
condizione assegnata di sopra al sostegno nn' si dovrà avere
$r''s'' = rs + r's' + r'''s''' + s^{iv}r^{iv}$, essendo rs, r's', r''s'', r'''s''', r'vs'v le forze
in questione, ove potrassi stabilire ad arbitrio r'' o s''. E qui si
osservi che la variazione continua d's' nel tempo d'azione della
macchina, invece d'opporsi all'esattezza dei nostri resultati vi con

corre mirabilmente. Infatti: poichè l'indice tt' movendosi in alto o in basso (Fig. 7.) segna le divisioni della ruota più prossime, o più remote dal centro, cioè diminuisce o accresce s''' della quantità che accresce o diminuisce s', diminuiva o accresceva ancora la forza espansiva della ruota nel momento che accresce o diminuisce la propria; onde se s' diviene $s'+n$, s''' diverrà $s'''-n$, ed il rapporto trovato si cangerà in $r''s'' = rs + r's' + r'''s''' + n(r' - r''') + r^{iv}s^{iv}$ e però se s'usi per la verga una materia che poco differisca nella sua forza espansiva da quella della ruota s'avrà $r' = r'''$, e l'equazione $r''s'' = rs + r'(s' + s''') + r^{iv}s^{iv}$ costante per qualunque ora e per qualunque temperatura.

Se voglia comprovarsi ancor questa teoria con un esempio si faccino, se piace, $s = 3$ poll., $s' = 6$, $s''' = 8$, ed usato l'acciaio ricotto per la verga (che ha la sua forza espansiva quasi eguale a quella del cristallo) l'ottone per le parti dell'orologio, e per il piano F'F'' (Fig. 8.) sarà $r' = 69$, $r = r^{iv} = 121$, ed $s''r'' = 1172$; ove volendo usare il ferro battuto, o l'ottone cioè far $r'' = 78$, o $r'' = 121$, dovrà farsi $s'' = 14,5$ ovvero $s'' = 9,6$. (K)

Del resto non essendo nè il meccanismo accennato nè la sua teoria ristretta in verun limite o in più, o in meno, e portando in conseguen[za]

(K) Se la ruota R'' (Fig. 4) aggiunga un peso notabile alla macchina converrà aumentar convenientemente a e b (Tav. II.a) acciò si vincano più facilmente gli attriti ed i movimenti riescano più sensibili.

za la medesima uniformità d'azione in qualunque dimensione si stabilisca, nè succede che oltre potere ottenere in grande delle osservazioni più decise sulle affezioni rimarcabili dell'atmosfera, potrassi applicare con egual sicurezza ai moti lentissimi dell'Igrometro, del Pluviometro, del Atmidometro, ed ai violenti, dell'anemometro del Rorametro (L) accompagnato sempre dalla doppia notazione semplice e oraria.

Resta da notarsi finalmente, che avendo fin'ora considerato il movimento del tubo D'DE'E (fig. 1) entro il pozzetto Cx fisso; si può, quando piaccia, per i noti principj di meccanica applicarsi senza alcun cangiamento l'esposta teoria al caso in cui il pozzetto muovasi lungo il tubo fissato stabilmente. —

Avvertimento.

Convenendo qualche volta d'usarsi nella macchina, per servire ai diversi gradi della forza espansiva dei tubi, qualche metallo capace d'esser amalgamato dal mercurio vacchioso, dovrà precedentemente questo ricoprirsi d'uno o più strati di vernice coppale, che lo renda inalterabile.

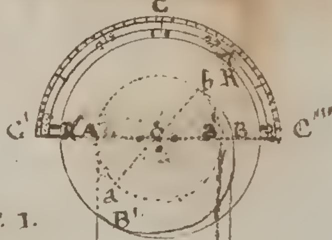
(L) Due memorie separate tratteranno d'un nuovo Dinamometro, e d'un nuovo magnetometro ai cui possono applicarsi al solito degl'indici semplici e degl'indici orarj, con le opportune correzioni relative alle alterazioni prodotte dalla tempe

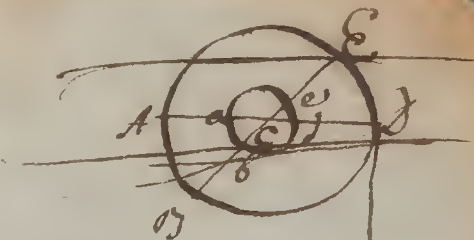
Tavola

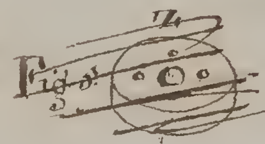
delle forze espansive di differenti solidi ad un grado medesimo di calore, secondo Bertoud.

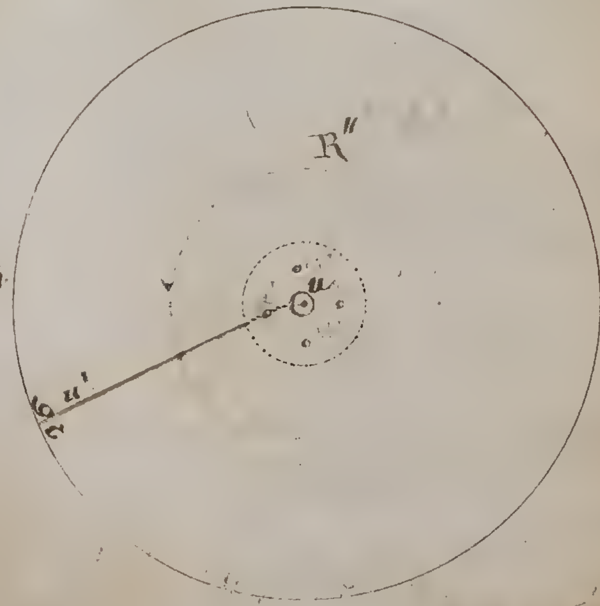
Acciajo temperato	gradi 77.
—— Ricotto	" 69.
Argento	" 119.
Ferro ricotto	" 73.
—— battuto	" 78.
Mercurio	" 1235.
Oro ricotto	" 82.
—— a filiera	" 94.
Piombo	" 193.
Rame rosso	" 107.
—— Giallo	" 121.
Stagno	" 160.
Vetro	" 64.

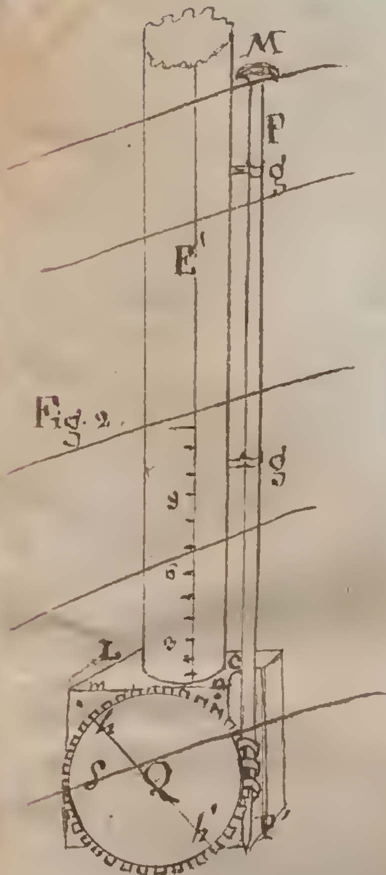
Fine

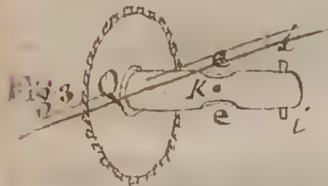

C''
C'
A
B
C'''
K
B'
Fig. 1.
D'
d
d''
D
E

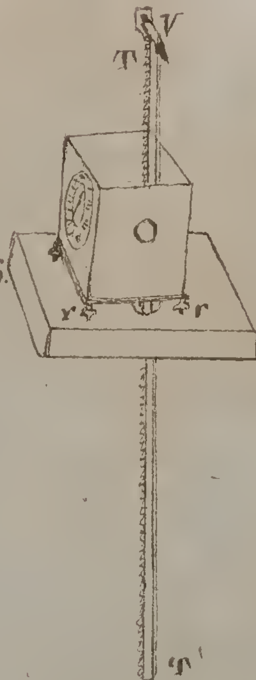

A
E

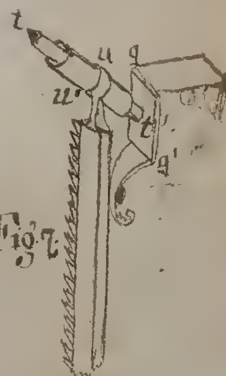

Fig. 8.
Z

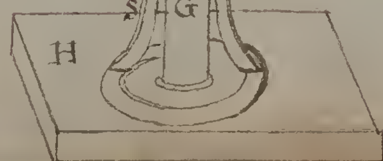

R''
Fig. 4.
u
u'

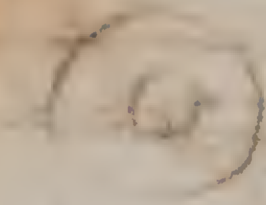

M
F
g
E'
Fig. 2.
g
L
Q
h'
P'


Fig. 3.
Q
k
e

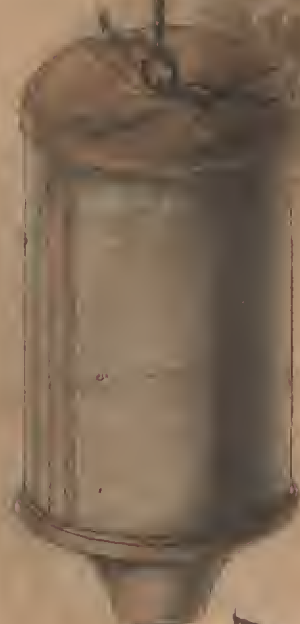

V
T
O
Fig. 6.
r
r
T'

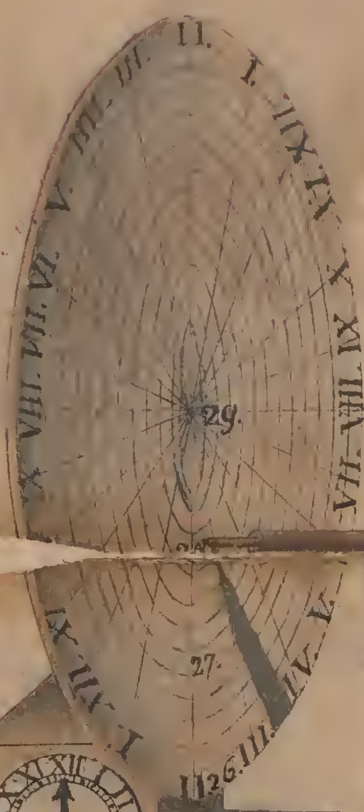

t
u
u'
Fig. 7.

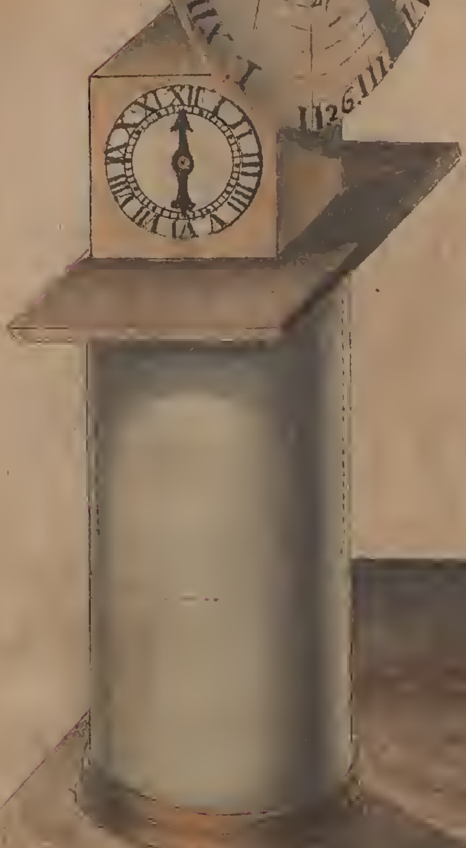
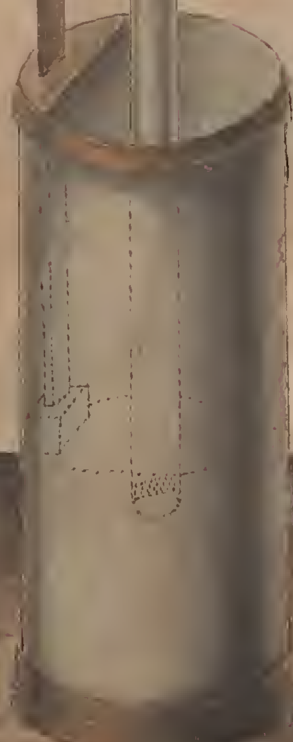

E'
M
S
F
F
n
n'
S'
G
H




29
28
27
26

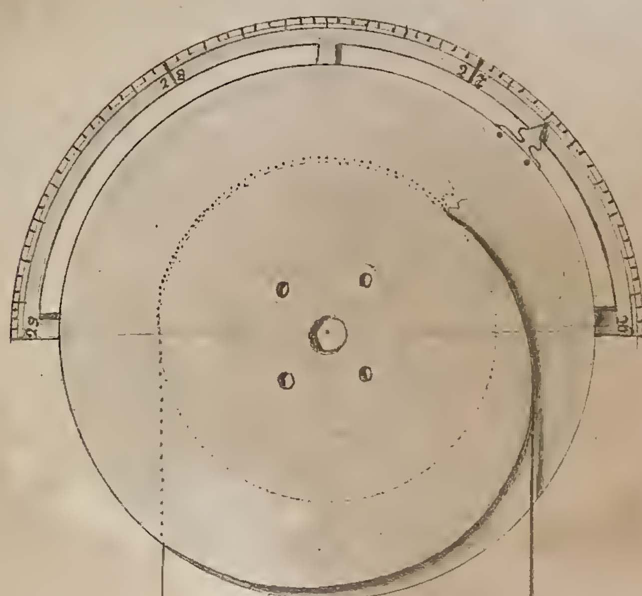
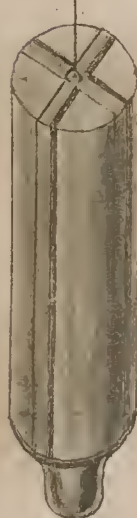
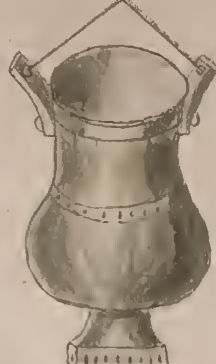
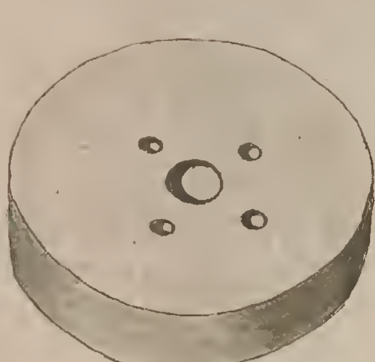
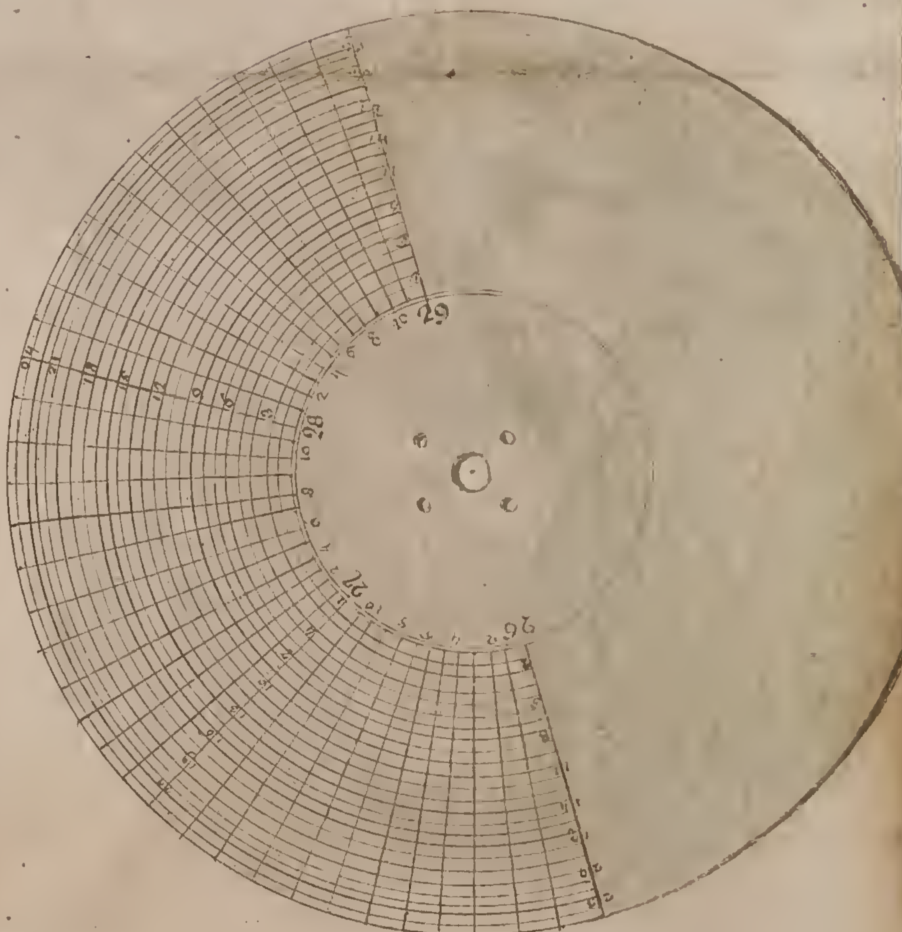
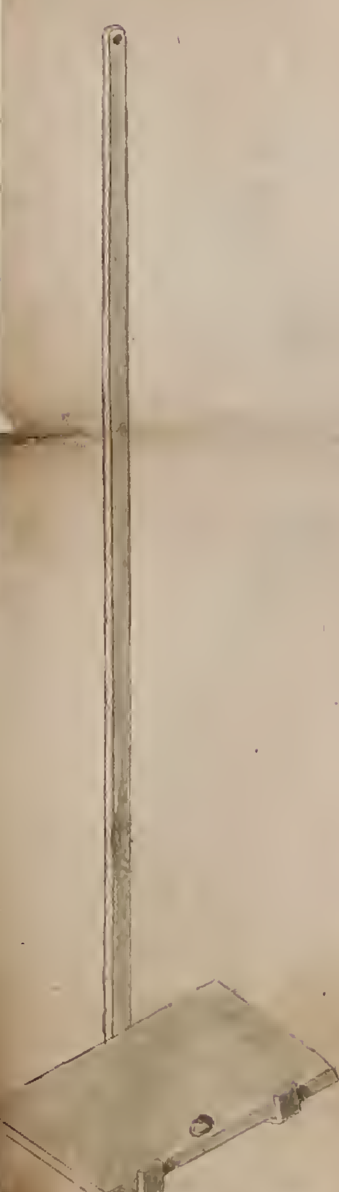
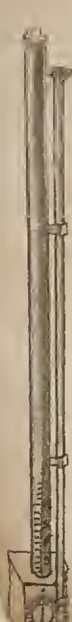
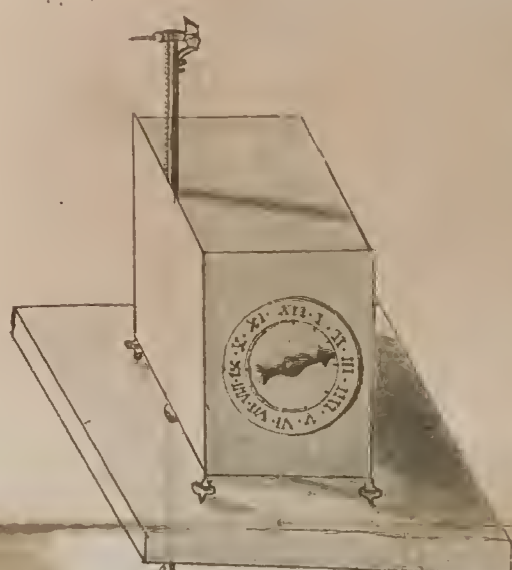


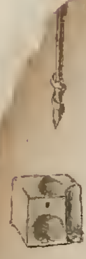








Scala di sei Pollici Francesi.





Scala di sei Pollici Francesi.

Correzione dell' altezze Barometriche per mezzo del Termometro



Il Calore ed il freddo agiscono nel barometro similmente che nel termometro, e ne turbano l'altezze. Si richiede sapere quali siano l'altezze corrispondenti ai diversi gradi di temperatura. Osservo primieramente che le due colonne di mercurio M, ed N del barometro soffrono una eguale compressione nel punto O, stante che ottenendo la prima minor quantità di fluido dell' altra, sarà quella meno dilatata, o condensata di questa; onde quest' aumento di volume dirigendosi in tutte le direzioni, e venendo impedito lateralmente dall' azione delle pareti, si dirigerà solo verso I e verso E nell' una colonna M, e verso [illegible], ed O nell' altra N. Lo sforzo in O di N è prodotto dal peso del mercurio dilatato, e quello di M parimente in O dal peso del fluido dilatato, e dalla pressione dell' aria. Questi due opposti sforzi producono equilibrio dunque sono eguali e si distruggono. La dilataz. pari non potendo agire verso O reagirà nella colonna N tutta verso E, e [illegible] e ne altererà l'altezza e nella M verso [illegible] ne altera il livello. Ma quest' elevazione porta una eguale elevaz. nella colonna opposta dunque tutta la dilatazione di tutto il fluido barometrico ridonda nella sua altezza. Per determinare

ora la quantità di quest'altezza alterata, sia x raggio del tubo uniforme del termometro = a l'altezza con... sotto il temperato, la colonna dilatata o condensata dalla temperatura sarà un cilindro della base r, e dell'altezza ±a cioè ±aπr². Se si usi un termometro che contenga una quantità di mercurio che contiene il barometro si vedrà facilmente la quantità ... di fluido dilatato, o condensato ad un cilindro della base stessa del barometro ... è il raggio di questo tubo e l'altezza di questo cilindro, quale si sostituirà al già trovato ±aπr², sarà πxr'², onde posto ... $\pm a\pi r^2 = \pi x r'^2$

$x = \pm \frac{ar^2}{r'^2}$ quantità d'altezza da aggiungersi o togliersi al barometro nei diversi stati di caldo, o di freddo. Questo ~~risultato differente~~ semplicissimo ... che un istesso fluido, un'istessa massa esposta ad una stessa temperatura si dilata, o si condensa egualmente ...

Altro Metodo

La differenza che corre fra un barometro ... alterato dalla temperatura, e un altro nel suo ... consiste solo nella differenza della gravità specifica dei due fluidi. Conosciute queste nello stato alterato, e nello stato vero è facile a conoscersi la cercata differenza d'altezza. Ora sappiamo che pesi eguali la gravità specifiche sono in ragione inversa dei volumi, onde chiamate queste Γ e V, e V' gl'altri sarà Γ : Γ' :: V' : V ovvero ...

[illegible]ricità la quantità del mercurio contenuta nel
[illegible]rometro si conosceranno subito i volumi V, V'.
[illegible]do ora A, A' le elevazioni del mercurio in questi
[illegible] stati. A' è noto e può determinarsi con
la solita proporzione formulina $s : s' :: AT : A'T'$ essen=
do s, s' le pressioni che fanno le colonne barometriche soffro=
no dall'atmosfera [illegible] qualunque siano
A, A', [illegible] T, T' [illegible] $s = s'$ sarà anco=
ra $AT = A'T'$ [illegible] l'altezza cercata $A' = \frac{AT}{T'} =$
$\frac{AV'}{V}$ (sostituendo i volumi alle specifiche gravità [illegible]
[illegible] al solito nel barometro, e nel termometro)
[illegible] l'altezza alterata di A, dunque l'effetto
della temperatura sarà $\pm A \mp A' = \pm A \mp A\frac{V'}{V} = \pm A\left(1-\frac{V'}{V}\right)$

[illegible] noti

che se invece si usasse un termometro dell'istessa
quantità di mercurio del barometro si potria esprimere
[illegible] con un termometro qualunque, basterà cono=
scere la proporzione delle quantità del fluido
[illegible] due istrumenti, ed eseguirvi le necessa=
rie riduzioni. Sia questa proporzione $1 : n$. La
[illegible] nel primo metodo il cilindro che esprime
l'azione della temperatura nel barometro sarà
e l'altezza cercata $x = \pm \frac{n a v^2}{V'^2}$. Nel 2do metodo
i volumi V, V' nel termometro vero e alterato
divengono nV, nV', onde $\frac{T}{T'} = \frac{nV'}{nV} = \frac{V'}{V}$ vale a dire
il risultato non varia qualunque si sia la quantità

del fluido contenuto nei due strumenti. Questi risultati però dipendere dal teorema universalmente accettato, ma egualmente falso che le dilatazioni, o condensazioni siano in proporzione dei volumi. Non potrà mai dimostrarsi che due volumi ineguali di fluido esposti ad un' istesso grado di calore osservino questa costante ragione, mentre al contrario è evidente che la maggior [illegible] [illegible] dall' uno che dall' altro dal proprio peso ~~dotto~~ deve impedire alle particelle [illegible] di dilatarsi uniformemente e le esperienze [illegible] c'avvertono che la maggiore, o minore estensione dei metalli dipende dalla varia natura, non dalla ~~[illegible]~~ varia loro volume.

XXVI

6.

Memoria

sopra un nuovo Magnetometrografo.

Memoria

L'estrema sensibilità a cui il Sig.r Coulomb ridusse la sospensione degli aghi magnetici, e la tenuità delle forze con cui questi obbediscono alla Legge sconosciuta delle loro declinazioni impedì forse fin'ad ora d'applicare a queste macchine che interessano così da vicino la Fisica e la Navigazione alcun meccanismo, che ad imitazione di quello che il Sig.r Changeux esperimentò il primo nel Barometro, e che Magellan estese al suo metereografo costante rendesse conto all'osservatore della loro posizione in qualunque istante d'un tempo determinato. Il nuovo Magetografo che interessa questa Memoria è proposto per tale effetto. Egli ha il doppio vantaggio e di corrispondere a tutte le eccellenti Teorie del Sig.r Coulomb, e d'avere indipendenti reciprocamente il moto spontaneo dell'ago, e quello del meccanismo che lo accompagna. Noi ne osserveremo in due paragrafi distinti ciò che riguarda la di lui descrizione ed il di lui uso.

§. I. Descrizione

Fig. Il piano AA di marmo sopra cui la macchina riposa
1. mente assicurato sopra altro piano materiale e fisso non m
la stabilità della macchina, che per la direzione del peso di
gio che tende a toglierlo dalla sua posizione orizzontale.
questo piano è collocato nel sostegno per la calamita sempli
per ritrovare con maggior facilità la posizione del meridiano m
tico, la quale, usata precedentemente all'applicazione d
deve togliersi tosto che la macchina sia collocata.

Le viti BBB che riposano sopra questo piano sono utili
porre la macchina nello stato orizzontale per mezzo di livelle
tate, osservando che la loro altezza non impedisca al telajo m
le di scorrere liberamente al di sopra.

Sostengono queste viti un telajo rettangolare fisso GG a pare
verticali con brevi ripiani orizzontali nei quali sono sospesi
dei piccoli cilindri o rotelle EEEE per mezzo delle quali l'alt.

del Telajo mobile sopra di loro sensibilmente diminuisce, dipendendo poi dall' osservazione il loro numero ed il loro diametro.

Il Telajo mobile **DD** è accompagnato da una verga dentata verticalmente **dd** che una ruota parimente **V** verticale dell' orologio ingranata muove, per mezzo della quale il telajo, nel termine di 24, 48 ec ore passa tutto sotto l' apice del grand' ago. Il telajo stesso porta porta una lastra di cristallo, che può esser composta di tante lastre separate, d' un ampiezza determinata dai limiti annui della massima e minima declinazione del paese, o dell' arco di Variazione divisa in 24, 48, ec cerchj concentrici, e d' un raggio eguale al maggior braccio dell' ago per segnare gli spazj dovuti a ciascun' ora; e in 24, ec divisioni lineari per le divisioni dei gradi stessi di declinazione; riservando le suddivisioni di questi spazj medesimi all' uso d' una scala separata. La lastra di vetro deve esser ricoperta da una sostanza diafana, d' una viscosità permanente come per esempio l' olio comune molto antico; ovvero condensato con l' ebollizione più

Fig. meno continuata in una dose proporzionale di Letargirio.

1. Superiormente al doppio telajo già descritto è collocato un c[...]
FF graduato, che serve a riconoscere l'ampiezza dell'angolo di [...]
re del filo di sospensione e ad indicarne la di lui corrazione; [...]
cerchio che deve combinare il suo pezzo col piccolo peso I ven[...]
dal centro di moto del grand.e ago deve essere unito alle parti [...]
cali del telajo fisso, lasciando libero il mobile.

L'ago GG da usarsi in questa macchina è quello pro[...]
dal Sig.r Coulomb (Acad. des Scien. Sav. etrang. Tom. IX.), il più sensi[...]
che si conosca. Egli avrebbe voluto ridursi ad un solo i pu[...]
KK di sospensione: ma le oscillazioni effettuate alle quali fu [...]
uno simile dato dall' Accademia Francese al P. Cotte (Journal de
Physique. Tom. XXIV. pag. 257.) indicarono poco vantaggioso un t[...]
metodo. Il braccio meridionale di quest' ago è munito d'un
peso mobile H onde porre l'ago stesso in equilibrio, mentre
il Settentrionale, che non si costruirà minore di 18 poll. ha n[...]

sua estremità un vaso L.L del carattere che diremo ivi appresso
Il peso dell' ago stesso sarà dalle 12 alle 24 oncie, potendo una
maggiore leggerezza renderlo troppo sensibile alle piccole oscil
zioni dell' atmosfera, e giovar poco alla sua stabilità nella co
costanza della sua lunghezza; ed un maggior peso impedirgli u
conveniente sensibilità all' azione della corrente magnetica. La
di lui figura più utile sarà la triangolare ortogonale, ponend
i punti di sospensione nella lunghezza del suo maggior cate
to, cioè sospendendolo ~~p~~ taglio, richiamando poi poco sopra a
catito stesso i fili ad una comune concorrenza, d' onde un filo
unico ΣΣ ne conduca in VV la principal sospensione. Questo filo a
cui l' ago è sospeso è una riunione in fascetto d' un numero co
veniente di fili naturali di seta distorti p mezzo d' un piccolo peso
Essi saranno d' un uso ancor più sicuro se si difendano dall' azio-
ne dell' umidità ungendogli con qualche materia oleosa. -

Il piccolo vaso L.L che termina il braccio settentrionale dell'

Fig. deve esser preciso nella sua figura. Oltre alla massima p[...]
1. leggerezza egli deve imitare la figura d'un cono sci[...]
piegato in arco nella direzione del moto dell'ago, stre[...]
per la direzione del Nord e largo quanto il doppio dell'arco [...]
zione per quella dell'Est, terminando la sua estremità inf[...]
con un piccolo tubo cilindrico d'un diametro ovunque p[...]
te eguale, e tale, che i piccoli globuli che debbono c[...]
dentro possono scendervi liberamente, ma senza alcuna sen[...]
deviazione dalla linea della loro naturale caduta. Ed [...]
d'avvertire ~~che~~ relativamente all'ampiezza dell'arco [...]
variazione, che avendo osservato il celebre Monnier che ~~gli~~
i limiti della massima e minima declinazione degli aghi ma[...]
osservavano un moto progressivo variabile per cui s'avvicinano [...]
all'Est, ora all'Ouest, di modo che in Parigi dal 1610 al 1787 [...]
vano retrogradato per 29°, 36', i limiti dell'arco di variazione
che determinano l'ampiezza del telajo DD e del vaso LL potranno

...versi annui, correggendogli alla circostanza col variare la dire-
zione media dell'ago stesso; ciò che potrà eseguirsi senza alcun
moto della macchina, ma solo con cangiare di nome i gradi compre-
si nei limiti già stabiliti. Questo riflesso renderà meno estesa la
distanza di questi limiti che secondo Coulomb nel 1776 in Fran-
non oltrepassava i 2°. Anche la lunghezza del tubo che termin-
il vaso conoidale deve estendersi tanto da consumare quella poc-
deviazione che non potesse esser distrutta dall'~~...~~ esatta figura d-
tubo stesso, come pure da avvicinar tanto questi gravi cadenti
alla lastra di vetro sottoposta, da non lasciar loro la libertà
di dirigersi erroneamente. Questa lunghezza però può esser modi-
ta da una conveniente abbassamento dell'ago.

1. L'orologio MM non differisce dai comuni, se non che nel-
imprimere un moto di traslazione alla verga dentata DD ed un-
2. di rotazione per mezzo dell'asse ΠΠ alla ruota raccchiusa nel tam-
buro OO fissato dal tubo VVQQ alla parete dell'orologio in mod-

Fig. che resti estremamente vicino al vaso LL. E' evidente che
vari pezzi componenti quest'orologio non deve essere in
alcuno impiegato il ferro. E' falso che questo con la vi-
cinanza non possa influire nei moti relativi dell'ago
produce delle oscillazioni continue e talora delle note
aberrazioni. Bugge (Soc. Pal. Esh. 1787.) ebbe molti
servarlo nell' ago dell' osservatorio d' Hafnia. Finalm-
impedendo il moto diretto del contrapeso i moto del te-
sottoposto, dovrà dirigersi con puleggie di rimando o-
talmente ad una dovuta distanza, ovvero dividersi in
parti dirette una all' Ouest ed una all' Est del telajo fig
1. Sul tamburo OO e' collocata la conserva N che racchiude de-
piccoli globuli di metallo, ovvero dei piccoli semi di qu-
vegetabile come della Tulipa Europaea o della Brassica ave-
di Linneo, che combinano un' estrema leggerezza e quasi un-
perfetta sfericità; esaminati precedentemente quelli che si

[...]agliauza dei loro diametri e per la facilita della loro cadu[ta] dal vaso LL sono idonei all'effetto.

La ruota racchiusa nel tamburo OO è divisa in varj fori [o] piccole case talmente costruite e nella sua revoluzione al [di] sotto della conserva N riceve in ciascuna di esse un globulo [del]la conserva stessa, che condotto poi nella parte inferiore [de]l tamburo lo abbandona per un piccolo foro a tal fine prepa[r]atovi. La celerità di questa ruota deve dipendere dall'am[p]iezza delle divisioni orarie della lastra di vetro, capaci a ricevere un maggiore o minor numero di globuli, potendo esser regolata perciò per un qualunque numero di minuti primi o secondi.

L'estrema mobilità dell'ago richiede che una cassa di cristalli PP lo difenda dai movimenti violenti dell'aria. Quest[a] dovrà essere superiormente forata per ammettere il passaggio al filo di sospensione, come pure praticabile dalla parte dell'Osse[rvatore]

Fig. e dell' Gt per esaminar le forze di torsione dei fili, e [illegible]
l'ago nella maniera conveniente.

1. L'Ago è sospeso al sostegno QRSTVU che riposa [illegible]
tamente sul piano AA e non comunica per alcuna parte [illegible]
mobile o fisso, e siccome i sostegni QQ sono stabilmen[te]
le viti di correzione RR servono a dare al tubo di [illegible]
che difende il filo, la direzione che più le conviene. [illegible]
estremità del tubo è munita d'un doppio meccan[is]mo [illegible]
W che da' al filo un moto di rotazione, moto indicato da un [illegible]
scorre per la circonferenza graduata TT corrispondente all' [illegible]
FF, e d'un altro UU che serve a dare al filo stesso un m[oto]
2. d'elevazione e d'abbassamento. Finalmente la Scala ZZ [la]
quale non è che la Iconica ridotta alla suddivisione dell' [illegible]
è compresa fra due brevi pareti verticali per cui scorre [illegible]
lastra di vetro che porta le prime divisioni, onde, allorqua[ndo]
è utile, estenderle più oltre.

§. II. Uso.

Situata la macchina descritta nella direzione del meridiano magnetico per mezzo del piccolo ago combinato con la linea sottoposta, che indica la projezione del meridiano stesso s'adatterà al filo di sospensione una verga d'ottone o di rame sottile, ma resistente a piegarsi, tagliata in angolo nella parte sottoposta d'un peso eguale a quello del grand ago, e si lascerà rivolgersi liberamente finchè giunga alla quiete. S'osserverà allo[ra] la sua deviazione dal meridiano magnetico prodotta dal discimento del filo segnata nella circonferenza FF dal vertice dell'angolo della verga stessa, e col meccanismo di rotazione VV dis[...]lo si condurrà con un lento moto alla direzione opportuna, mo[...]to di cui l'indice di TT indica la quantità. Tolto allora il piccolo ago, e sostituitovi il grande, s'osserverà che il peso I combini col centro d'FF, avvertenza da ripetersi spesso rapportandosi a questa tutte le altre, e data pure all'ago stesso con l'albero me[...]

Fig. canismo UU la conveniente altezza si chiudevano i cos[...]
s'attendeva il momento in cui tutto riposi. Il Sig.r Co[...]
(Loc. cit.) ha osservato, che, nei la natural resistenza [...]
ambiente, ne quella che il filo oppone a piegarsi pu[...]
re nel moto spontaneo di quest'ago un errore sensibi[...]
lorquando si credeva opportuno si permetteva all'orolog[...]
muoversi: in proporzione della celerità e del numero d[...]
le case che si saranno tagliate nella ruota racchiusa nel [...]
1. ro OO cadevano in tempi eguali in maggiore o minor num[...]
piccoli globuli o semi, nel vaso LL dalla conserva N, [...]
qui y il tubo inferiore che corrisponde alla vera posizione d[...]
go saranno abbandonati sul piano sottoposto di vetro, ove [...]
materia viscosa di cui è ricoperto gli tiena immobili. E' evi[...]
dente che se le divisioni orarie della lastra sono suscetti[...]
di contenere un numero corrispondente di globuli può av[...]

40

la declinazione ad ogni intervallo di tempo brevissimo come per esempio ad ogni secondo. In generale dal rapporto della celerità di questa ruota e dell'ampiezza delle divisioni orarie dipende la continuità più o meno rigorosa della curva declinatoria.

Potrebbe dubitarsi che l'urto prodotto da questi piccoli gravi nel vaso LL dovesse obbligar l'ago ad una perpetua oscillazione, che ne disturberebbe continuamente la posizione. L'attrito però ch'egli soffre nel punto della sua sospensione, benchè piccolissimo, lo rende di gran lunga insensibile a quest'urto. Infatti sia x la massa d'uno di questi globuli che produca nell'ago un urto eguale e contrario alla resistenza dell'attrito, e sia $a = 4$ lin. l'altezza del punto inferiore del tamburo sul vaso LL, posta g la forza acceleratrice di gravità, sarà $c = \sqrt{2ag}$ la celerità della caduta, ed $f = x\sqrt{2ag}$ la forza impressa, la quale operando

e la leva $n = 18^{poll.}$ del braccio dell'ago; ora e effetto xn...
supposto eguale alla resistenza dell'attrito (che per maggio-
rezza supporremo la parte $r = {}^{ma}20^{ma}$ del peso $p = 18^{on.}$) ...
xnVrag, e di qui $x = \frac{mp}{rnVrag} = 1$ $^{dan:}$prossi: dal che deducesi che ...
equilibrio all'attrito della sospensione, considerato come ...
peso dell'ago s'abbisognerebbe un urto d'un globulo d' ...
in circa cadente da $4^{lin.}$ d'altezza (posto che l'attrito ...
con una leva di $\frac{1}{2}$ $^{lin.}$) onde e l'oscillazione se ne ...
une di $3/2$ $^{gran.}$ peso ben inferiore a quello dei globuli ...
mentre se ne possono ottenere di metallo d'$\frac{1}{7}$ di grano, ...
i vegetabili annunziati fino ad $\frac{1}{60}$ di gran. D'onde con...
ta la sicurezza della nostra ipotesi dell'attrito, ed i resulta...
della teoria dei gravi caduti, che la macchina e l'urto ...
ziato non risentirà alcun cangiamento.

A misura che il telajo mobile scorre sotto l'apice dell'ago
e s'allontana dal centro dell'ago stesso, se ne aggiungeva alla ...

di estremità un' albero simile, sotto il primo, tosto che i denti della
verga saranno passati dalla ruota che gli muove e così di
seguito. Dopo ciò potrà segnarsi in una carta la direzione della
prova declinatoria, e se piace d'aver precisamente la dimensio-
ne degli archi ai quali corrisponde, s'esamineranno le lastre di
vetro, toltele dal telajo che le porta scorrendole opportuna=
mente sopra la scala ZZ, notandovi i tempi corrispondenti,
(i quali ancora possono suddividersi con una scala particolare)
ed osservando in modo da evitare gli effetti della refrazione pro
dotta dalla grossezza della lastra stessa.

Restano ancora due avvertimenti. 1.mo che portandosi l'ago
verso l'estremità del telajo mobile il globulo cade in una delle
estremità del vaso LL, onde impiega un tempo maggiore dell'ordi-
nario per scender poi nel piano sottoposto. ma è facile la correzio-
ne. Osservato infatti questo tempo t, e saputa la velocità del piano per
1", e lo spazio s corrispondente a questa celerità, la quantità di

cui il piano avanza sopra il vero istante della caduta di
sarà st; quantità di cui il globulo stesso deve allontanarsi
sud. 2.do che essendo variabile p. ciascun paese il me[r]
idiano
gnetico, questo s'intenderà condotto p. la media declinaz[ione]
paese stesso allorquando dovrassi collocare la macchina
interessando al caso nostro la cogniz.e della posizione vera;
però la divisione dell'arco di variazione dal meridiano
luogo che è p. sua natura immutabile.

Con pochi cangiamenti infine l'istesso meccanismo dei gra[di]
denti potrà adattarsi all'ago d'Inclinazione, e al celebre
metro atmosferico che il Sig.r De-Luc propone nel suo
= Idées sur la météorologie Tom. I. pg. 400.

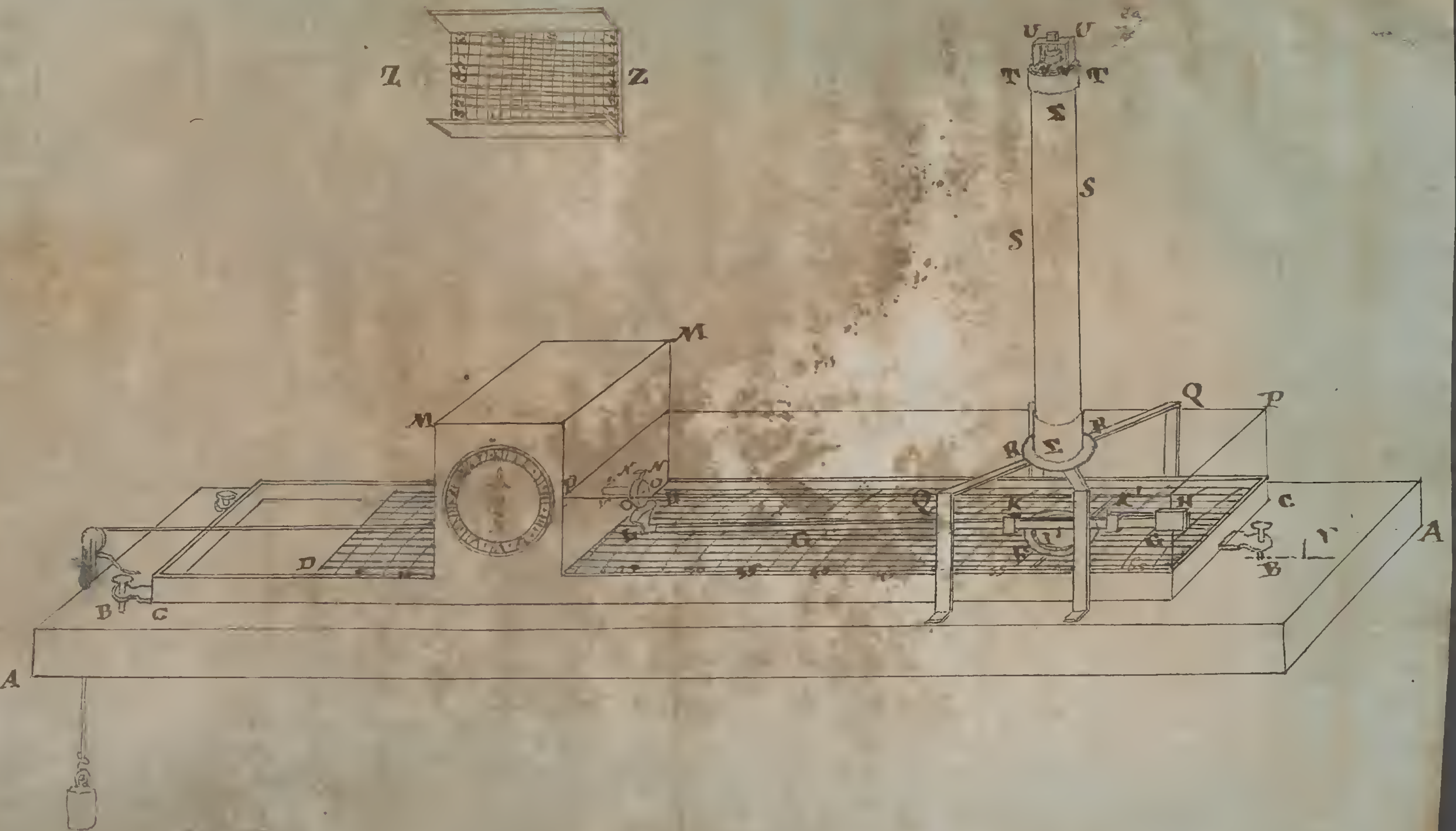


Fig. 1.

Fig. 2.





